

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

*Кафедра Технологического и  
холодильного оборудования*

**Методические указания  
к самостоятельному изучению дисциплины  
«Автоматизация холодильного и криогенного  
оборудования»**

**для обучающихся по направлению подготовки 16.03.03  
«Холодильная, криогенная техника и системы  
жизнеобеспечения»**

**бакалаврская программа: «Холодильная техника и  
технология»**

**Мурманск**

**2019**

Методические указания для самостоятельного изучения дисциплины **«Автоматизация холодильного и криогенного оборудования»** рассмотрены и одобрены на заседании кафедры-разработчика ***Технологического и холодильного оборудования***

«23» июня\_2020 г., протокол №\_8\_

Составитель – Дьяков Алексей Владимирович, ст. преподаватель кафедры технологического и холодильного оборудования.

Рецензент – Похольченко Вячеслав Александрович, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой технологического и холодильного оборудования.

## ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания для самостоятельного изучения дисциплины «**Автоматизация холодильного и криогенного оборудования**» составлены на основе ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения», утвержденного 12.03. 2015 г, № 198 УП, утвержденного Ученым советом МГТУ 27.03.2020, протокол № 8 и предназначены для обучающихся по направлению подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения», направленность/специализация: «Холодильная техника и технология».

**Целью дисциплины** является формирование компетенций в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра и учебным планом для специальности 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения».

**Задачи дисциплины:** состоят в формировании умений и навыков по следующим направлениям профессиональной деятельности: основы автоматического управления. Контрольно-измерительные и регулирующие приборы. Приборы измерения и регулирования температуры. Регуляторы перегрева и уровня. Автоматизация процессов в холодильной установке. Автоматическая защита и сигнализация. Автоматизация холодильных установок. Схемы автоматизации холодильных установок.

В результате изучения дисциплины академический бакалавр должен:

### **Знать:**

– Основы автоматического управления. Схемы автоматизации холодильных установок. Процессы, происходящие в холодильной установке.

### **Уметь:**

– эксплуатировать контрольно-измерительные и регулирующие приборы. Приборы измерения и регулирования температуры. Регуляторы перегрева и уровня.

### **Владеть:**

– навыками эксплуатации контрольно-измерительных и регулирующих приборов. Приборов измерения и регулирования температуры. Регуляторов перегрева и уровня. Автоматической защиты и сигнализации. Автоматизации холодильных установок.

## Содержание разделов дисциплины:

Основы автоматического управления. Контрольно-измерительные и регулирующие приборы. Приборы измерения и регулирования температуры. Регуляторы перегрева и уровня. Автоматизация процессов в холодильной установке. Автоматическая защита и сигнализация. Автоматизация холодильных установок. Схемы автоматизации холодильных установок.

**Реализуемые компетенции:** ПК-2; ПК-4; ПК-6.

## Формы отчетности:

Очная форма обучения: семестр 6 – экзамен, КР.

Заочная форма обучения: курс 4 – экзамен, КР.

## Требования к уровню подготовки обучающегося в рамках данной дисциплины.

Процесс изучения дисциплины «Автоматизация холодильного и криогенного оборудования» направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения», представленных в таблице 1.

**Таблица 1 – Компетенции, формируемые дисциплиной «Автоматизация холодильного и криогенного оборудования»**

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций)
1.	ПК-2 - готовностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной	Компетенция реализуется полностью	<b>Знать:</b> приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций. <b>Уметь:</b> использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций. <b>Обладать:</b> навыками использования приемов первой помощи, методов защиты в условиях чрезвычайных ситуаций.

	деятельности		
2.	ПК-4 - готовностью выполнять расчетно-экспериментальные работы в области холодильной и криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, и экспериментального оборудования для проведения испытаний	Компетенция реализуется полностью	<p><b>Знать:</b> устройство и работу холодильных установок.</p> <p><b>Уметь:</b> выполнять и редактировать изображения и чертежи при подготовке конструкторско-технологической документации с использованием методов начертательной геометрии и инженерной графики, в том числе на базе современных систем автоматизации проектирования.</p> <p><b>Обладать:</b> навыками выполнения и редактирования изображений и чертежей при подготовке конструкторско-технологической документации с использованием методов начертательной геометрии и инженерной графики, в том числе на базе современных систем автоматизации проектирования.</p>
3.	ПК-6 - способностью применять программные средства компьютерной графики и визуализации результатов научно-исследовательской деятельности, оформлять отчеты и презентации, готовить доклады и статьи с помощью современных офисных информационных технологий, текстовых и графических редакторов, средств печати	Компетенция реализуется полностью	<p><b>Знать:</b> устройство и работу холодильных установок.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить расчеты, оценку функциональных возможностей и проектировать наиболее распространенные детали и узлы машин, механизмов, приборов.</p> <p><b>Обладать:</b> навыками расчета, оценки функциональных возможностей и проектирования наиболее распространенные деталей и узлов машин, механизмов, приборов.</p>

#### 4. Планируемые результаты обучения по дисциплине «Автоматизация холодильного и криогенного оборудования»

Результаты формирования компетенций и планируемые результаты обучения представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Планируемые результаты обучения**

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций)
1.	ПК-2 - готовностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности	Компетенция реализуется полностью	<p><b>Знать:</b> приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций.</p> <p><b>Уметь:</b> использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций.</p> <p><b>Обладать:</b> навыками использования приемов первой помощи, методов защиты в условиях чрезвычайных ситуаций.</p>
2.	ПК-4 - готовностью выполнять расчетно-экспериментальные работы в области холодильной и криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, и экспериментального оборудования для проведения испытаний	Компетенция реализуется полностью	<p><b>Знать:</b> устройство и работу холодильных установок.</p> <p><b>Уметь:</b> выполнять и редактировать изображения и чертежи при подготовке конструкторско-технологической документации с использованием методов начертательной геометрии и инженерной графики, в том числе на базе современных систем автоматизации проектирования.</p> <p><b>Обладать:</b> навыками выполнения и редактирования изображений и чертежей при подготовке конструкторско-технологической документации с использованием методов начертательной геометрии и инженерной графики, в том числе на базе современных систем автоматизации проектирования.</p>
3.	ПК-6 - способностью применять программные средства компьютерной графики и визуализации результатов научно-исследовательской деятельности, оформлять отчеты и презентации, готовить доклады и статьи с помощью современных офисных информационных технологий, текстовых и	Компетенция реализуется полностью	<p><b>Знать:</b> устройство и работу холодильных установок.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить расчеты, оценку функциональных возможностей и проектировать наиболее распространенные детали и узлы машин, механизмов, приборов.</p> <p><b>Обладать:</b> навыками расчета, оценки функциональных возможностей и проектирования наиболее распространенные деталей и узлов машин, механизмов, приборов.</p>

	графических редакторов, средств печати		
--	--	--	--

**Целью** настоящих методических указаний являются рекомендации, которыми обучающийся может воспользоваться при подготовке к сдаче форм контроля по дисциплине **«Автоматизация холодильного и криогенного оборудования»**, при подготовке и сдаче курсовой работы, экзамена, а также для самостоятельного углубления знаний по данной дисциплине.

## Введение

Дисциплина **«Автоматизация холодильного и криогенного оборудования»** состоит из одного модуля и восьми тем. Обучающийся должен изучить теоретические сведения по темам, выполнить практические работы, курсовую работу для усвоения теории и завершить изучение модуля сдачей экзамена.

Для изучения дисциплины, в составе методической литературы, обучающимся предлагается изучить литературные источники из списка. Начать изучение дисциплины следует с методических указаний для самостоятельного изучения дисциплины.

### Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работы

**Таблица 3.**

Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной работы по формам обучения							
	Очная				Заочная			
	Л	ЛР	ПР	СР	Л	ЛР	ПР	СР
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Модуль 1.								
<i>Тема 1. Введение. Основы автоматического управления. Основные положения теории систем автоматического управления и регулирования. Примеры систем автоматического регулирования. Объекты регулирования.</i>	2	0	0	8	0,2	0	2	16

Параметры, регулируемые в холодильных установках. Автоматические регуляторы.								
<i>Тема 2. Контрольно-измерительные и регулирующие приборы.</i> Приборы измерения и регулирования давления. Преобразователи давления. Манометры. Реле давлений. Регуляторы давления.	2	0	8	7	0,3	0	0	16
<i>Тема 3. Приборы измерения и регулирования температуры.</i> Преобразователи температуры. Термометры расширения. Манометрические термометры. Электрические термометры. Термометры сопротивления. Потенциометрические термометры. Реле и регуляторы температуры. Электронные реле и регуляторы температуры.	2	0	8	7	0,2	0	0	16
<i>Тема 4. Регуляторы перегрева и уровня</i> Регуляторы перегрева (ТРВ). Приборы для измерения и регулирования уровня. Исполнительные механизмы и электромагнитные вентили. Реле концентрации паров аммиака и преобразователи расхода вещества. Преобразователи расхода и количества вещества. Реле концентрации паров аммиака.	2	0	6	8	0,3	0	0	16
<i>Тема 5. Автоматизация процессов в холодильной установке.</i> Регулирование температуры. Способы изменения холодопроизводительности машины. Регулирование температуры в шкафу пуском и остановкой компрессора. Способы изменения холодопроизводительности компрессора. Регулирование температуры в нескольких объектах. Регулирование заполнения испарителей. Регулирование давления конденсации.	2	0	0	7	0,2	0	0	16
<i>Тема 6. Автоматическая защита и сигнализация.</i> Основные параметры, требующие защиты. Включение приборов защиты. Регулирование температуры в охлаждаемых помещениях. Регулирование перегрева паров холодильного агента в испарителе. Регулирование температуры кипения холодильного агента. Регулирование давления конденсации.	2	0	0	8	0,3	0	0	16
<i>Тема 7. Автоматизация холодильных установок.</i> Автоматизация малых холодильных установок. Автоматизация холодильных установок средней производительности. Автоматизация холодильных установок большой производительности. Автоматические системы регулирования производительности компрессора.	2	0	0	8	0,3	0	0	16
<i>Тема 8. Схемы автоматизации холодильных установок.</i> Автоматическая защита компрессоров. Обслуживание средств автоматизации.	2	0	10	7	0,2	0	2	17
Подготовка к промежуточной аттестации	36							9
<b>Итого:</b>	16	0	32	60	2	0	4	129

**Таблица 4. - Перечень практических работ**

№ п/п	Темы практических работ	Количество часов	
		очная	заочная
1	2	3	4



1	Автоматика и линейные компоненты холодильных установок.	8	2
2	Настройка холодильной автоматики.	8	
3	Методика регулирования ТРВ.	6	
4	Изучение схемы чиллера с выносным конденсатором воздушного охлаждения и системой зимнего пуска.	2	2
5	Изучение схемы многокомпрессорной сателлитной холодильной машины с компрессорами поршневого или спирального типа и системой зимнего пуска.	2	
6	Изучение схемы холодильной машины с компрессором винтового типа и экономайзером, с системой зимнего пуска.	2	
7	Изучение схемы холодильной машины с регулированием давления кипения и системой зимнего пуска.	2	
8	Изучение схемы обвязки двух воздухоохладителей с механическими ТРВ.	2	
	<b>Итого:</b>	32	4

## 5. Перечень примерных тем курсовой работы /проекта

1. Исследование работы системы автоматики судового кондиционера в составе комплекса RPS 4000.
2. Исследование работы системы автоматики конвейерного скороморозильного аппарата в составе комплекса RPS 4000.
3. Исследование работы системы автоматики судовой провизионной кладовой в составе комплекса RPS 4000.
4. Автоматизация скороморозильного аппарата в линии производства филе трески мороженого.
5. Автоматизация водоохладителя в системе предварительного охлаждения рыбы.
6. Автоматизация холодильной камеры в линии производства продукции холодного копчения.
7. Автоматизация холодильной камеры в линии производства мясных консервов.
8. Автоматизация дефростационной установки в линии производства пресервов из рыбы.
9. Исследование работы системы автоматики судового плиточного скороморозильного аппарата в составе комплекса RPS 4000.
10. Автоматизация теплонаносной установки в линии производства апатито-нефелинового концентрата.

11. Автоматизация теплонаносной установки в линии производства фосфатного концентрата.
12. Автоматизация холодильной камеры в линии производства сушеной продукции из рыбы тресковых пород.
13. Автоматизация устройства для охлаждения в линии производства рыбопродукции полугорячего копчения.
14. Автоматизация холодильной камеры в линии производства сушеных снеков.
15. Автоматизация холодильной камеры в линии производства фруктового йогурта.
16. Автоматизация холодильной камеры в линии производства кулинарной продукции.
17. Автоматизация сублимационной сушилки в линии производства сушеной продукции из гидробионтов.
18. Автоматизация холодильной камеры судовой холодильной установки в линии производства мороженой продукции.
19. Автоматизация поршневого экструдера с охлаждаемыми рабочими органами в линии производства кормового фарша.
20. Автоматизация холодильной установки косвенного охлаждения в линии производства водного экстракта из растительного сырья.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание* (название литературного источника)	Наличие		
		Электронно-библиотечная система (ЭБС)	Библиотека МГТУ (печатное издание)	Количество экземпляров печатного издания
1.	<b>Сластихин, Ю. Н.</b> Техническая эксплуатация судовых холодильных установок : учеб. для вузов по специальности "Эксплуатация судовых энергетических установок" и по направлениям уровня бакалавриата и магистратуры "Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения" / Ю. Н. Сластихин, А. И. Ейдеюс, Э. Е. Елисеев; под общ. ред. Ю. Н. Сластихин. - Москва : МОРКНИГА, 2014. - 508, [3] с. : ил. - (Учебник). - Библиогр.: с. 507-508. - ISBN 978-5-913081-11-7	-	+	80
2.	<b>Лашутина, Н. Г.</b> Холодильные машины и установки : учеб. для сред. спец. учеб. заведений / Н. Г. Лашутина, Т. А. Верховая, В. П. Суедов. - Москва : КолосС, 2007. - 439 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов средних специальных учебных заведений). - Библиогр.: с. 437. - ISBN 978-5-9532-0640-2	-	+	30
3.	<b>Абдульманов, Х. А.</b> Холодильные машины и установки, их эксплуатация : учеб. пособие / Х. А. Абдульманов, Л. И. Балыкова, И. П. Сарайкина; Центр. учеб.-метод. каб. по рыбохоз. образованию, Федер. агентство по рыболовству. - Москва : Колос, 2006. - 327 с. : ил. - Библиогр.: с. 324. - ISBN 5-10-003946-9. - ISBN 978-5-10-003946-4	-	+	48

### Дополнительная литература

№	Библиографическое описание* (название литературного источника)	Наличие		
		Электронно-	Библиотека	Количество

п\п		библиотечная система (ЭБС)	МГТУ (печатное издание)	экземпляры в печатном издании
1.	<b>Балькова, Л. И.</b> Кондиционирование воздуха. Компрессорные машины. Курсовое проектирование : учеб. пособие для высш. и сред. проф. учеб. заведений / Л. И. Балькова, И. П. Сарайкина. - Москва : Вектор-ТиС, 2008. - 240, [2] с. : ил. - (Учебник). - Библиогр.: с. 221-222. - ISBN 978-5-93126-135-5	-	+	51
2.	<b>Курылев, Е. С.</b> Холодильные установки : учебник / Е. С. Курылев, В. В. Оносовский, Ю. Д. Румянцев. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Политехника, 2004, 2000. - 576 с. : ил. - (Учебник для вузов). - ISBN 5-7325-0419-2. - ISBN 5-7325-0690-X	-	+	64
3.	<b>Колиев, И. Д.</b> Судовые холодильные установки : учеб. пособие для вузов / И. Д. Колиев; М-во образования и науки Украины, Одес. нац. мор. акад. - Одесса : Фенікс, 2009. - 261, [2] с. : ил. - Библиогр.: с. 263. - ISBN 978-966-438-137-3 : 290-00. 39.464.3 - К 60	-	+	3

## СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

### Модуль 1.

**Тема 1.** *Введение. Основы автоматического управления.* Основные положения теории систем автоматического управления и регулирования. Примеры систем автоматического регулирования. Объекты регулирования. Параметры, регулируемые в холодильных установках. Автоматические регуляторы.

**Тема 2.** *Контрольно-измерительные и регулирующие приборы.* Приборы измерения и регулирования давления. Преобразователи давления. Манометры. Реле давлений. Регуляторы давления.

#### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Какие основные положения теории систем автоматического управления и регулирования вы знаете?
2. Что такое объекты регулирования?
3. Какие параметры относятся к регулируемым в холодильных установках?
4. Что такое контрольно-измерительные и регулирующие приборы?

**После изучения теоретического материала необходимо выполнить практические работы в соответствии с таблицами № 4.**

**Тема 3.** *Приборы измерения и регулирования температуры.* Преобразователи температуры. Термометры расширения. Манометрические

термометры. Электрические термометры. Термометры сопротивления. Потенциометрические термометры. Реле и регуляторы температуры. Электронные реле и регуляторы температуры.

**Тема 4. Регуляторы перегрева и уровня.** Регуляторы перегрева (ТРВ). Приборы для измерения и регулирования уровня. Исполнительные механизмы и электромагнитные вентили. Реле концентрации паров аммиака и преобразователи расхода вещества. Преобразователи расхода и количества вещества. Реле концентрации паров аммиака.

***Вопросы для самоконтроля:***

1. Что относится к приборам измерения и регулирования температуры?
2. Что такое манометрические термометры?
3. Что такое регуляторы перегрева (ТРВ)?
4. Какое назначение у исполнительных механизмов и электромагнитных вентилях?

**После изучения теоретического материала необходимо выполнить практические работы в соответствии с таблицами № 4.**

**Тема 5. Автоматизация процессов в холодильной установке.** Регулирование температуры. Способы изменения холодопроизводительности машины. Регулирование температуры в шкафу пуска и остановкой компрессора. Способы изменения холодопроизводительности компрессора. Регулирование температуры в нескольких объектах. Регулирование заполнения испарителей. Регулирование давления конденсации.

**Тема 6. Автоматическая защита и сигнализация.** Основные параметры, требующие защиты. Включение приборов защиты. Регулирование температуры в охлаждаемых помещениях. Регулирование перегрева паров холодильного агента в испарителе. Регулирование температуры кипения холодильного агента. Регулирование давления конденсации.

***Вопросы для самоконтроля:***

1. Как осуществляется автоматизация процессов в холодильной установке?

2. Что вы знаете о способах изменения холодопроизводительности машины?
3. Как устроена автоматическая защита и сигнализация?
4. Как происходит включение приборов защиты?
5. Как происходит регулирование давления конденсации?

**После изучения теоретического материала необходимо выполнить лабораторные и практические работы в соответствии с таблицами № 4.**

**Тема 7.** *Автоматизация холодильных установок.* Автоматизация малых холодильных установок. Автоматизация холодильных установок средней производительности. Автоматизация холодильных установок большой производительности. Автоматические системы регулирования производительности компрессора.

**Тема 8.** *Схемы автоматизации холодильных установок.* Автоматическая защита компрессоров. Обслуживание средств автоматизации.

***Вопросы для самоконтроля:***

1. Что вы знаете об автоматизации малых холодильных установок?
2. Как устроена автоматизация холодильных установок большой производительности?
3. Изобразите схемы автоматизации холодильных установок?
4. Как обслуживаются средства автоматизации?

**Экзамен сдается после защиты практических работ и выполнения и защиты курсовой работы.**